

REGIONE UMBRIA
COMUNE DI BASTIA UMBRA



**PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA MISTA
 ZONA DI RISTRUTTURAZIONE "R2" FRANCHI
 E AREE LIMITROFE**

IN VARIANTE AL P.R.G. VIGENTE

PROGETTISTI:

Arch. Manuel Salgado

RISCO

Arch. Domenico Pasquale

Cooperstudio s.c.

Arch. Carlo Neri

Cooperstudio s.c.

Parco tematico

Arch. Pietro Carlo Pellegrini

PCPA

Arch. Giuseppe Lunardini

Analisi energetico ambientale

Prof. Ing. Franco Cotana



Collaboratore

Arch. Rita Cameira

Restituzione grafica

Alessandro Bilotta

Cooperstudio s.c.

Coordinatore

Geom. Gianfranco Ortica

Comune di Bastia Umbra

Arch. Francesca Lanzi

Dott. Lucio Vantaggi



STRUMENTI URBANISTICI ATTUATIVI

Relazione illustrativa
 analisi energetico ambientale

D1.3

Data Emissione *Scala*

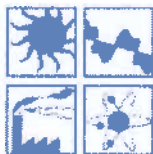
Febbraio 2009

Rev. n.	Nota di revisione	Data	File	Cod. Inc.	Redatto	Verificato	Approvato
5	Modifiche a seguito dell'esame osservazioni	Mar 2011	06001-USA-D1_3-R05 analisi EA.pdf				
0	Prima emissione	Feb 2009	06-001	Cotana			



COOPERSTUDIO s.c.
 via G.Polanga n.9 - 06034 Foligno (PG) • tel. 0742 677093 • fax 0742 393398 • e-mail: info@cooperstudio.it

- La diffusione e/o riproduzione, anche parziale, di questo elaborato è vietata a termini di legge -



CIRIAF

Centro Interuniversitario
di Ricerca sull'Inquinamento
da Agenti Fisici - "Mauro Felli"

**SOLUZIONI PER IL RISPARMIO ENERGETICO
E LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE
PREVISTE NELL'AMBITO DEL PIANO
ATTUATIVO DI INIZIATIVA MISTA PUBBLICO-
PRIVATO DELL'AREA OFFICINE FRANCHI**

BASTIA UMBRA (PG)

Gruppo di Lavoro

Prof. Ing. Franco Cotana (Coordinatore)

Ing. Andrea Nicolini (Responsabile tecnico-scientifico)

Ing. Sara Rinaldi

Ing. Anna Laura Pisello

Committente:

Central Park S.r.l.

Via Costa, 6

06083 Bastia Umbra (PG)

Data: Giugno 2010

Revisione: Marzo 2011 a seguito di Determinazione
Dirigenziale n. 11259 del 22/12/2010 (VAS)



Sommario

1. Integrazione di sistemi energetici efficienti e di interventi di risparmio energetico	3
1.1. QUANTIFICAZIONE E RENDICONTAZIONE DELLE EMISSIONI DI GHG SECONDO LA ISO 14064.....	3
1.2. IMPIANTO DI COGENERAZIONE DA CIRCA 1 MW _e , DA CONNETTERE ALLA RETE DI TELERISCALDAMENTO CITTADINA.....	4
1.3. CENTRALE IDROELETTRICA DA CIRCA 130 KW NOMINALI (POTENZA MASSIMA 190 KW).....	7
1.4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	8
1.5. MACCHINE FRIGORIFERE AD ASSORBIMENTO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA DEGLI EDIFICI.....	9
1.6. CALDAIA AUSILIARIA A CIPPATO ALIMENTATA CON RESIDUI DI POTATURE.....	9
1.7. SISTEMA CENTRALIZZATO ED AUTOMATIZZATO DI RACCOLTA E RECUPERO RIFIUTI.....	9
1.8. SISTEMA DI RECUPERO E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE PROVENIENTI DALLE COPERTURE SU VASCA DA CIRCA 100 M ³ , DA UTILIZZARE PER SISTEMA ANTINCENDIO ED IRRIGAZIONE DELLE AREE VERDI.	9
1.9. STAZIONE DI BIKE SHARING (CONDIVISIONE DI BICICLETTE) AD USO PUBBLICO.	10
1.10. ILLUMINAZIONE PUBBLICA AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA (LED, ETC..) INTEGRATA CON SISTEMA DI SORVEGLIANZA URBANO.....	10
2. Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici.....	10
2.1. RETE GEOTERMICA COSTITUITA DA SCAMBIATORI DI CALORE ORIZZONTALI E VERTICALI A SERVIZIO DELLE UTENZE TERMICHE DEL QUARTIERE.	13
2.2. IMPIEGO DI PANNELLI SOLARI TERMICI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA..	14
2.3. L'EDILIZIA RESIDENZIALE DEL QUARTIERE PREVEDE L'IMPIEGO DI SOLUZIONI INNOVATIVE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA, ELEVATO ISOLAMENTO TERMICO ED ACUSTICO, IN MODO DA GARANTIRE ELEVATO COMFORT ABITATIVO	14
2.4. REALIZZAZIONE DI COPERTURE ADIBITE A VERDE ESTENSIVO (TETTI VERDI).....	15
2.5. REALIZZAZIONE DI SUPERFICI DI INVOLUCRO DEGLI EDIFICI INDUSTRIALI E COMMERCIALI, SEGNALETICA STRADALE DELLA VIABILITA' STRADALE INTERNA AL QUARTIERE E ARREDO URBANO CON ELEVATE PROPRIETA' RIFLETTENTI AL FINE DI COMPENSARE LA QUANTITA' DI ANIDRIDE CARBONICA EMESSA DAGLI UTENTI E CITTADINI.	15

1. Integrazione di sistemi energetici efficienti e di interventi di risparmio energetico

L'iniziativa mista pubblico - privata ha lo scopo di indirizzare il Piano Attuativo verso interventi finalizzati alla produzione di energia e al risparmio energetico che minimizzino l'impatto ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra. Il progetto intende migliorare la sostenibilità e la competitività del sistema energetico di Bastia Umbra, definendo alcuni interventi e relative caratteristiche che possano essere di rilievo per l'autonomia energetica dell'area.

1.1. QUANTIFICAZIONE E RENDICONTAZIONE DELLE EMISSIONI DI GHG SECONDO LA ISO 14064

La ISO 14064 rappresenta uno strumento comune di riferimento per quantificare, gestire e ridurre le emissioni di gas ad effetto serra. L'obiettivo del progetto è ridurre al minimo l'impatto dell'area in termini di emissioni di gas serra e per questo è necessario applicare uno standard che permetta di quantificare con precisione le emissioni, in modo coerente, trasparente e credibile.

Per valutare il miglioramento ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra (GHG) ottenuto grazie all'applicazione di tecnologie energetiche ed edilizia sostenibile si va ad effettuare un confronto tra le emissioni relative a due scenari:

- **Scenario 1:** i fabbisogni energetici sono coperti da impianti tradizionali alimentati da fonti fossili;
- **Scenario 2:** si impiegano esclusivamente impianti ad energia rinnovabile (nello specifico impianto cogenerativo ad olio vegetale ed impianto fotovoltaico) per la produzione di energia.

La tipologia costruttiva resta la stessa nei due scenari e di conseguenza il relativo fabbisogno energetico. Come si evince dalla tabella 2, il fabbisogno elettrico totale è pari a 1590550 kWh, mentre il fabbisogno termico, che comprende l'energia necessaria per il riscaldamento invernale, il raffrescamento estivo e la produzione di acqua calda sanitaria, è pari a 3207999 kWh.

Al fine di calcolare le emissioni di gas ad effetto serra, in termini di tCO₂eq, sono state applicate metodologie per le diverse tecnologie energetiche. Il fattore di emissione per l'energia elettrica utilizzato è pari a 443 gCO₂eq/kWh¹, che tiene conto del mix di produzione del Parco elettrico italiano. Per l'energia termica è stata applicata la metodologia IPPC², considerando il processo di combustione di gas naturale, un coefficiente di ossidazione pari a 1 ed un rendimento pari a 0,97. Applicando tali metodologie vengono quantificate le emissioni nei due scenari.

- o Scenario 1: 1374 tCO₂eq

¹ Rapporto Ambientale ENEL 2009

² Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories IPCC - Volume 2 Energy, 2006

○ Scenario 2: 0 tCO₂eq

Le emissioni nello Scenario 2 risultano essere pari a zero, in quanto i sistemi energetici impiegati sono rinnovabili e coprono l'intero fabbisogno energetico dell'area in esame. Con l'impiego delle fonti rinnovabili si riducono quindi le emissioni di 1374 tCO₂eq nel distretto che risulta essere autonomo dal punto di vista energetico. Oltre a tale quota è necessario considerare anche la parte di energia prodotta dal complesso edificato e venduta all'esterno. Infatti la produzione attesa di energia dagli impianti a fonte rinnovabile supera di gran lunga il fabbisogno energetico dell'area come si evince dalla tabella 1. A tale surplus energetico sono associati dei *crediti di carbonio*: grazie alla produzione rinnovabile complessiva è evitata l'immissione in atmosfera di **5882 tCO₂eq/anno** di gas ad effetto serra.

	Produzione attesa	Produzione Attesa
Cogeneratore	8000 MWhe	8000 MWht
Impianto Fotovoltaico	1508 MWhe	-
Impianto Idroelettrico ³	1100 MWhe	-
TOTALE da FONTI RINNOVABILI	9508 MWhe	8000 MWht
FABBISOGNO	1591 MWhe	3208 MWht
SURPLUS ENERGETICO	7917 MWh	4792 MWht

Tabella 1: Producibilità, consumi e surplus energetico

1.2. IMPIANTO DI COGENERAZIONE DA CIRCA 1 MW_e, DA CONNETTERE ALLA RETE DI TELERISCALDAMENTO CITTADINA

La cogenerazione è la combinazione di sistemi destinati alla produzione contemporanea di energia elettrica ed energia termica e costituisce pertanto una tecnologia in grado di incrementare l'efficienza complessiva di un sistema di conversione; infatti si sfrutta in modo ottimale l'energia

³ Non Valutato nel calcolo del risparmio in termini di emissioni di gas ad effetto serra, né sulla produzione di energia da fonte rinnovabile (Regione Umbria, Determinazione Dirigenziale N°11259 del 25/12/2010)

primaria del combustibile: l'energia ad alta temperatura viene convertita in energia elettrica, mentre quella a bassa temperatura viene resa disponibile per applicazioni termiche convenienti. Dal punto di vista energetico tale produzione combinata è significativamente più conveniente della stessa produzione realizzata separatamente con sistemi tradizionali.

Premesso ciò, l'intervento che si vuole realizzare consiste nell'installazione di un motore cogenerativo ad olio vegetale (girasole, colza, soia) da circa 1MWe da connettere alla rete di teleriscaldamento per il trasporto di calore. Il sistema di teleriscaldamento urbano rappresentano un'importante opportunità di impiego razionale dell'energia e un contributo al contenimento dei consumi energetici, alla riduzione dei gas ad effetto serra ed al controllo dell'inquinamento globale.

L'intervento prevede quindi l'implementazione dei seguenti interventi:

- Installazione di un elettrogeneratore in assetto cogenerativo, dotato di tutti i sistemi necessari per l'alimentazione, lo stoccaggio e la movimentazione dell'olio vegetale ed i sistemi di sicurezza e controllo. Il motore avrà una potenza elettrica di circa 1 MW. Si prevede di installare un motore diesel di derivazione navale, caratterizzato quindi da un basso numero di giri ($500 \div 750/1'$); tale caratteristica permette di minimizzare gli interventi di manutenzione e di impiegare il motore fino ad 8000 ore all'anno. L'energia elettrica producibile in questo impianto è quindi pari a 8000 MWh.

L'aspetto cruciale dell'installazione di tale impianto energetico è sicuramente lo studio di un Piano di Approvvigionamento ad hoc per garantire da un lato la sostenibilità economica ed il funzionamento continuo dell'impianto, dall'altro per definire la sostenibilità ambientale di tale filiera energetica. I provvedimenti normativi europei legati alla sostenibilità dell'utilizzo di oli vegetali prendono origine principalmente dalla Direttiva 2009/28/CE, che costituisce una vera e propria svolta a favore della sostenibilità e della sicurezza energetica.

Il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali ha emanato la circolare sulla tracciabilità degli oli vegetali puri (Ovp), ottenuti da prodotti agricoli di origine comunitaria, per la produzione di energia elettrica, ai sensi della legge 99/2009. L'incentivo previsto per la produzione di energia elettrica da biomasse, in questo caso da oli vegetali puri, è pari a 0,28 euro per ogni kWh elettrico prodotto. Per poter accedere a tale tariffa è necessario **garantire la tracciabilità dell'intero ciclo produttivo delle materie agricole utilizzate**, come disposto dal Regolamento CE 73/2009. In assenza del requisito di tracciabilità, gli oli vegetali e gli altri biocombustibili liquidi beneficiano di una Tariffa più bassa, pari a 0,18 €/KWh. L'introduzione di un sistema di tracciabilità dell'olio vegetale puro da destinare ad usi energetici e l'accesso alla tariffa incentivante costituiscono uno strumento di promozione importante della generazione distribuita sul territorio, che è economicamente ed ambientalmente sostenibile, in quanto in grado di salvaguardare la biodiversità di un areale, grazie, proprio, allo sviluppo di filiere agroenergetiche corte. Le procedure per la tracciabilità degli oli sono definite tramite tre circolari che si sono susseguite nel corso del 2010 e che hanno portato ad un quadro procedurale stabile e definito.

1. Circolare MIPAAF 31 marzo 2010, n. 5520

Il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali detta le regole affinché gli operatori della filiera possano **garantire la tracciabilità** dell'intero ciclo produttivo delle materie agricole, utilizzate per la produzione degli oli vegetali puri destinati alla produzione di energia elettrica definiti come "olio prodotto a partire da piante oleaginose mediante spremitura, estrazione o procedimenti analoghi, greggio o raffinato ma chimicamente non modificato". L'Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura (**AGEA**), attraverso l'utilizzo dell'infrastruttura offerta dal SIAN (Sistema Informativo Agricolo Nazionale), viene individuata quale **soggetto attuatore** della procedura operativa per la certificazione della tracciabilità e rintracciabilità degli oli vegetali.

2. Circolare AGEA 21 giugno 2010 n. ACIU.2010.473

Disposizioni di attuazione del sistema di tracciabilità degli oli vegetali puri per la produzione di energia elettrica soggetta al riconoscimento della tariffa onnicomprensiva. La Circolare AGEA del 21 giugno 2010 "disciplina le modalità operative alle quali i soggetti partecipanti alla filiera degli oli vegetali puri devono attenersi".

La Circolare descrive nel dettaglio tutti gli **adempimenti richiesti ai diversi soggetti** della filiera (imprese agricole, collettori, trasformatori e/o collettori finali, operatori elettrici).

Particolarmente importanti gli allegati alla circolare, in cui vengono definite:

- le principali tipologie di semi oleosi e oli vegetali (allegato 1);
- le rese produttive per regione e per tipo di seme (allegato 2);
- le informazioni minime richieste per la certificazione di provenienza comunitaria di semi e/o olio vegetale (allegato 3).

3. Circolare AGEA 29 ottobre 2010, n. ACIU.2010.735

Il 29 ottobre 2010, con la Circolare n. ACIU.2010.735, l'Agea ha pubblicato il manuale della procedura di trasmissione e registrazione dei dati: "Procedura di supporto alla tracciatura del ciclo produttivo degli Oli Vegetali Puri (OVP) destinati alla produzione di energia elettrica".

Sono descritte le procedure telematiche per la gestione delle registrazioni di carico/scarico ai fini della tracciatura delle materie prime. Tali procedure si applicano "all'insieme delle attività di registrazione delle quantità di prodotto (sia esso seme che olio puro vegetale) nei diversi passaggi (dall'agricoltore al collettore/trasformatore ecc..) fino al passo finale quando viene trasferito al produttore di energia elettrica al fine di poter certificare al Gestore dei Servizi Energetici (GSE) la provenienza degli oli utilizzati".

- Costruzione di una rete di teleriscaldamento nell'area di progetto integrata alla rete cittadina per il trasporto dell'energia termica (sottoforma di acqua calda) dalla centrale alle utenze. La rete di distribuzione prevista è costituita da un sistema di alimentazione principale, formato da un doppio tubo con controllo istantaneo delle perdite, da cui si dipartono le alimentazioni delle

single utenze. In questa prima fase si è ipotizzato che la rete primaria di teleriscaldamento copre circa 8.000 m di lunghezza totale. L'energia termica prodotta dal recuperatore e disponibile per il teleriscaldamento è pari a 8000 MWh termici.

Recuperando il calore prodotto dal motore a biomassa, e quindi ad energia rinnovabile si ha la completa sostituzione delle fonti fossili e quindi un impatto, in termini di emissioni di gas serra, pari a zero.

La recente normativa *"Schema di Decreto Legislativo recante attuazione della Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle Direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE"* del 03/03/2011 offre la possibilità di alimentare cogeneratori ad alto rendimento con biometano immesso nella rete di trasporto del gas naturale.

1.3. CENTRALE IDROELETTRICA DA CIRCA 130 KW NOMINALI (POTENZA MASSIMA 190 KW).

La Determinazione Dirigenziale N° 11259 del 25/12/2010 evidenzia la difficoltà nell'attuazione di tale intervento, in quanto nell'area di interesse sono state già presentate numerose domande per la realizzazione di un impianto idroelettrico. Nel caso in cui non si possa procedere con la realizzazione di tale impianto, al fine di raggiungere la quota di energia rinnovabile, si incrementerà la superficie fotovoltaica in prossimità della linea ferroviaria, sulle pensiline dei parcheggi e sulle barriere acustiche. Per tale motivo nella tabella 1 non è considerato il contributo di tale fonte rinnovabile nel calcolo della produzione di energia e dei risparmi in termini di emissioni di gas ad effetto serra.

Un impianto idroelettrico trasforma l'energia potenziale gravitazionale dell'acqua in energia meccanica di rotazione della turbina; tale energia viene convertita in energia elettrica tramite un generatore calettato sull'albero della turbina. Nello specifico l'acqua viene convogliata in una condotta forzata fino ad arrivare alle turbine che ruotano grazie alla spinta dell'acqua stessa. Ognuna di esse è accoppiata ad un alternatore che trasforma il movimento di rotazione in energia elettrica. La velocità impressa dall'acqua alle turbine viene generata attraverso una differenza di quota, detta "salto", che si traduce in pressione idrodinamica alla quota in cui sono posizionate le turbine. Da un'analisi preliminare, sono state valutate diverse soluzioni impiantistiche e diverse ipotesi di tracciato del fiume Chiascio nel Comune di Bastia Umbra e calcolata l'attesa producibilità dell'impianto. Sulla base di tali dati è stata effettuata una prima scelta. Per questioni riguardanti principalmente l'impatto ambientale, la soluzione più opportuna e consona alle esigenze del progetto e del luogo risulta quella con l'opera di presa nel punto B, che consente di sfruttare circa 0.3 m³/sec in più delle altre soluzioni in quanto sfrutterebbe anche l'acqua in rilascio dal laghetto in costruzione subito a monte. Tale quantitativo, infatti, andrebbe lasciato defluire nelle soluzioni con presa nel punto A.

Le caratteristiche impiantistiche e di tracciato della soluzione scelta sono riportate di seguito.

- Opera presa a monte della briglia sotto al ponte della ferrovia (B);
- Condotta di adduzione interrata lunghezza 650 m;
- Centrale a valle della briglia del ponte sulla strada Torgianese (D);
- Canale di scarico (lunghezza 20 m) con rilascio a valle della briglia stessa (D).

Dati tecnici

• Salto medio	5,30	m
• Portata massima derivabile	4,3	m ³ /sec
• Portata media turbinabile	2,9	m ³ /sec
• Potenza installata	190	kW
• Potenza media nominale	130	kW
• Energia elettrica annua prodotta	1.100	MWh

Tutti i dati di cui sopra devono intendersi di massima e pertanto suscettibili di variazioni fino a $\pm 10\%$.

1.4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza complessiva di circa 1,2 MWe e verrà installato in parte su barriere acustiche per l'abbattimento del rumore prodotto dalla linea ferroviaria adiacente ed in parte su pensiline di copertura dei parcheggi. Si considerino pannelli di silicio cristallino di potenza nominale pari a 1200 kW, un'inclinazione di 34° ed un azimut di 10°.

Per i calcoli energetici del sistema fotovoltaico a pannelli si utilizzano i dati elaborati dall'organismo pubblico internazionale Joint Research Center della Comunità Europea (<http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php?lang=it&map=europe>) che si basa sul più completo ed aggiornato database di dati meteo climatici per l'Europa Occidentale. Le caratteristiche del sistema scelto nello studio preliminare sono riportate di seguito.

Potenza nominale del sistema FV considerato: 1000 kW silicio cristallino

Inclinazione dei moduli: 34°

Orientamento dei moduli (Azimut): 10 gradi

Stima delle perdite causato dalla temperatura (dati locali di temperatura): 8,5%

Perdite stimate causate dall'effetto angolare di riflessione: 2,7 %

Altre perdite (cavi, inverter, etc.): 14%

Totale delle perdite di sistema FV: 25,2%

Numero totale di pannelli installati

N.pan= 6000 di potenza 200Wp ciascuno

Potenza di picco totale installata

Pcc Totale = N.pan*200 Wp= 1200 kWp

En. totale ottenibile

≈1508 MWh all'anno

1.5. MACCHINE FRIGORIFERE AD ASSORBIMENTO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA DEGLI EDIFICI

L'energia termica prodotta nell'impianto cogenerativo ad olio vegetale e dalla caldaia ausiliaria a cippato alimenteranno macchine frigorifere centralizzate per garantire il raffrescamento estivo. Considerando un COP medio di una macchina frigorifera ad assorbimento pari a 0,7⁴ e un periodo di funzionamento pari a 1000 ore all'anno nel periodo estivo, si hanno a disposizione 700 MWh per la climatizzazione estiva. Il fabbisogno di energia frigorifera è pari a 891 MWh, quindi in fase progettuale è necessario prevedere l'integrazione tramite le pompe di calore che impieghino energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

1.6. CALDAIA AUSILIARIA A CIPPATO ALIMENTATA CON RESIDUI DI POTATURE

Si prevede la realizzazione di un impianto a biomasse da circa 100 kW di potenza alimentato con i residui di potatura del verde pubblico e degli alberi del parco. Tali biomasse verranno raccolte, stoccate, opportunamente trattate e infine bruciate in caldaia.

Le potature prodotte vengono raccolte e stoccate all'interno di essiccatori a circolazione naturale all'aperto prima della relativa cippatura in un sito posto in prossimità della centrale. Il tempo di stoccaggio deve essere sufficientemente lungo, al fine di garantire una congrua diminuzione dell'umidità della biomassa, necessaria per la conversione energetica. Si prevede l'installazione di una cippatrice che permetta di ottenere un biocombustibile (cippato) di caratteristiche dimensionali compatibili con le apparecchiature di conversione energetica, in particolare con il sistema di alimentazione della caldaia. La conversione energetica prevede la combustione del cippato in una caldaia a griglia fissa o mobile, generalmente ad olio diatermico.

1.7. SISTEMA CENTRALIZZATO ED AUTOMATIZZATO DI RACCOLTA E RECUPERO RIFIUTI.

Tutta l'area edificata sarà connessa da una rete sotterranea di raccolta e smaltimento dei rifiuti organici e differenziati al fine di raccogliere appunto tali materiali e massimizzare il riciclaggio degli stessi.

Verranno quindi stabilite in fase progettuale delle aree ritenute adatte per lo stoccaggio breve di tali materiali, provenienti dai fabbricati, in posizione periferica rispetto allo sviluppo urbanistico dell'area, quindi di facile raggiungimento per i mezzi di trasporto che si occuperanno del futuro smaltimento e del recupero dei materiali riciclabili.

1.8. SISTEMA DI RECUPERO E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE PROVENIENTI DALLE COPERTURE SU VASCA DA CIRCA 100 M³, DA UTILIZZARE PER SISTEMA ANTINCENDIO ED IRRIGAZIONE DELLE AREE VERDI.

⁴ Adsorption Chiller Yazaki

All'interno del parco tutti gli edifici verranno progettati con sistemi di copertura finalizzati anche al raccoglimento, convogliamento e recupero delle acque piovane. Tali acque risultano infatti preziose per la gestione delle attività dell'area stessa, quali: l'irrigazione del verde attrezzato, la pulizia delle aree pubbliche e soprattutto per il riempimento di apposite vasche interrate che costituiranno l'alimentazione del sistema antincendio pubblico e privato.

1.9. STAZIONE DI BIKE SHARING (CONDIVISIONE DI BICICLETTE) AD USO PUBBLICO.

Come ormai è già socialmente riconosciuto ed attuato nelle principali città italiane, un contributo alla riduzione della mobilità veicolare interna degli autoveicoli e dell'inquinamento da essi apportato, è ottenuta dalla sistemazione di stazioni di posteggio e condivisione di biciclette, seguendo il principio appunto del *bike sharing* (tradotto letteralmente: condivisione della bicicletta).

L'area in oggetto, in forte misura verde e pianeggiante, ben si presta alla disposizione di percorsi ciclabili preferenziali ed alla disposizione, lungo di essi, di parcheggi per biciclette, da condividere appunto mediante il semplice utilizzo di tesserino e documento di riconoscimento, da val validare con dispositivi elettronici in apposite colonnine, posizionate in corrispondenza di tali postazioni di sosta.

Ulteriore valutazione che sarà effettuata in fase di progettazione comprenderà l'introduzione nel parco di biciclette con supporto elettrico, che verranno ricaricate con l'ausilio dell'impianto fotovoltaico del parco stesso.

1.10. ILLUMINAZIONE PUBBLICA AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA (LED, ETC..) INTEGRATA CON SISTEMA DI SORVEGLIANZA URBANO

È previsto un sistema di illuminazione capillare al fine di permettere il controllo del territorio, la sicurezza dei cittadini, sia per quanto riguarda la viabilità che la possibilità di camminare al sicuro nelle strade o nei vicoli facilitando il servizio di vigilanza urbana.

Il progetto per l'illuminazione pubblica prevede l'installazione di apparecchi di qualità, ad esempio diodi a emissione luminosa (LED), che assicurino la durata nel tempo e il mantenimento delle prestazioni fotometriche e che impieghino sistemi di alimentazione ad alta efficienza. Essi saranno inoltre integrati con eventuali sistemi di telecontrollo che permettano di monitorare e controllare l'impianto e di ridurre al minimo gli interventi di manutenzione.

2. Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici

Come analizzato negli elaborati grafici dell'area, il patrimonio edificato della zona si caratterizza per differenti destinazioni d'uso e soluzioni architettoniche degli edifici. L'attività progettuale nel

suo complesso si integra con le finalità dell'intero intervento, avendo come obiettivo principale il raggiungimento di livelli esemplari di efficienza energetica delle strutture.

In fase di studio di prefattibilità sono quindi state definite le caratteristiche di rendimento energetico dei fabbricati così come di seguito riportato (§cfr.: Tabella 2), cercando di conciliare le esigenze della committenza con le problematiche di realizzazione, gestione e commercializzazione degli immobili. Si è deciso di affrontare l'analisi dei fabbisogni di energia primaria di tutti i fabbricati a partire da esempi edilizi già realizzati ed operativi ed in base agli obiettivi raggiungibili per le varie tipologie edilizie e destinazioni d'uso, come di seguito specificato.

L'*edilizia residenziale* è stata considerata in classe energetica A (elevata efficienza) e quindi caratterizzata da consumi energetici inferiori a 30 kWh/m²a per il riscaldamento. Tenendo conto della finalità dell'intervento, sono stati presi come casi di riferimento per il calcolo dei fabbisogni obiettivo delle realizzazioni similari già operative⁵.

Gli edifici che alloggeranno la *residenza per anziani* saranno di carattere passivo, prendendo anche in questo caso come riferimento delle realizzazioni già edificate⁶, di paragonabile estensione superficiale e caratteristiche funzionali.

L'*albergo* sarà realizzato in conformità alle più recenti normative energetiche di riferimento (Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia") e in questa fase vengono caratterizzate dalla classe B, con un fabbisogno energetico di riscaldamento inferiore quindi ai 50 kWh/m²a, pari a cioè a 45 kWh/m²a come valore di riferimento in questa fase.

Le *aree commerciali* e quelle adibite a *servizi pubblici e privati*, come nel caso precedente, saranno conformi ai limiti più restrittivi prescritti dalle normative di riferimento per il calcolo del rendimento energetico in edilizia. Per la caratterizzazione energetica di tali fabbricati si rimanda comunque alle fasi successive di sviluppo progettuale, durante le quali verranno definite nel dettaglio le caratteristiche di ciascun immobile, informazioni fondamentali per poter effettuare una valutazione energetica esaustiva.

A partire dalle suddette considerazioni e dai dati ad esse relativi è stato quindi possibile effettuare il calcolo delle emissioni di CO₂ con i seguenti parametri di input:

- I. Destinazione d'uso dell'immobile
- II. Caratteristiche della prestazione energetica definite come obiettivo della progettazione e della realizzazione degli edifici: normative di riferimento, standard di rendimenti del sistema edificio-impianto ecc.
- III. Indici di prestazione termica degli edifici:
 - a. fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria;
 - b. fabbisogno di energia elettrica per impianti ed elettrodomestici;

⁵ Residenza Annamaria, Comune di Perugia (Gallano Costruzioni).

⁶ Edificio per anziani a Monchengladbach (Germania): 4000 mq

c. prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ($EP_{e,invol}$) pari al rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento dell'edificio (energia richiesta dall'involucro edilizio per mantenere negli ambienti interni le condizioni di comfort) e la superficie calpestabile del volume climatizzato. In questa sede è stato considerato un valore di $EP_{e,invol}$ pari a 8 kWh/m²a, che indica prestazioni ottime (qualità prestazionale di classe I) per tutte le destinazioni d'uso ad eccezione dell'albergo e degli edifici commerciali e servizi, per cui si rimanda, come anticipato, ad una successiva fase di maggior dettaglio.

Si riporta pertanto di seguito l'analisi e la stima dei suddetti parametri per ogni destinazione d'uso presente nell'intervento in oggetto.

Destinazione d'uso	Superficie coperta	Fabbisogno tot termico		Fabbisogno tot elettrico	
	m ²	kWh/m ² a	kWh/a	kWh/m ² a	kWh/a
Residenziale	28300	26	1089895	16	452800
Social housing	4500	26	173305	16	72000
Commerciale Direzionale Servizi pubblici Servizi privati	23050	65	1498250	35	806750
Residenza anziani	4000	26	154049	16	64000
Albergo	6500	45	292500	30	195000

Tabella 2: Valori dei fabbisogni di energia termica ed elettrica per le diverse destinazioni d'uso

Si descrive ora il dettaglio delle voci sintetizzate in Tabella 2.

- Destinazione d'uso residenze plurifamiliari (compresi i fabbricati *social housing*):
 - o Circa 19 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria⁷
 - o Circa 16 kWh/m² anno⁸: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 39 kWh/m²a in termini di Energia Primaria
 - o Circa 8 kWh/m² anno: indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ($E_{pe,invol}$)
- Destinazione d'uso residenza per anziani:
Data la fase di studio di prefattibilità ancora non è stato definito il target energetico di questa struttura. Si prende pertanto come riferimento il caso di edilizia residenziale in classe A per il regime di riscaldamento e classe I per le prestazioni di raffrescamento

⁷ Residenza Annamaria, Perugia

⁸ Edificio residenziale plurifamiliare a Stans (Svizzera): palazzina di 8 alloggi

dell'involucro edilizio. Si tiene comunque in considerazione la possibilità di realizzare in questo caso un edificio di tipo passivo, prendendo come caso obiettivo la struttura paragonabile realizzata in Germania nel 2003 caratterizzata da circa 30 kWh/m² anno di fabbisogno di Energia Primaria totale⁹. Come caso di riferimento per il calcolo si usano comunque i seguenti valori.

- Circa 19 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
 - Circa 16 kWh/m² anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 39 kWh/m²a in termini di Energia Primaria;
 - Circa 8 kWh/m² anno: indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ($E_{pe,invol}$).
- Destinazione d'uso albergo:
- Circa 45 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
 - Circa 30 kWh/m² anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 73 kWh/m²a in termini di Energia Primaria.
- Destinazione d'uso commerciale e servizi (pubblici e privati):
- Circa 65 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
 - Circa 35 kWh/m² anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 85 kWh/m²a in termini di Energia Primaria.

2.1. RETE GEOTERMICA COSTITUITA DA SCAMBIATORI DI CALORE ORIZZONTALI E VERTICALI A SERVIZIO DELLE UTENZE TERMICHE DEL QUARTIERE.

Tutti gli impianti di climatizzazione dei fabbricati all'interno dell'area in oggetto saranno dotati di opportuni sistemi di scambio del calore geotermico sia di tipo verticale che orizzontale, in base alle esigenze progettuali e realizzative di ciascun intervento specifico. Tali scambiatori di calore integrati permetteranno il raggiungimento di elevate prestazioni impiantistiche, consentendo lo scambio termico con gli strati profondi del terreno edificato, che si trova ad una temperatura pressoché costante durante tutto l'arco dell'anno, pari a circa 14°C.

Le suddette tecnologie del sistema geotermico a bassa entalpia ottimizzano infatti il rendimento impiantistico delle pompe di calore sia in regime di raffrescamento estivo che in quello di riscaldamento invernale. Come gli altri sistemi tecnologici trattati, la realizzazione degli impianti geotermici a bassa entalpia contribuiranno alla costruzione di sistemi di climatizzazione ad Impatto

⁹ Edificio per anziani a Monchengladbach (Germania): 4000 mq

Zero, sia per le civili abitazioni che per i fabbricati di differente destinazione d'uso connessi alla rete.

Nello specifico, l'integrazione delle tecnologie efficienti consente la realizzazione del sistema ecosostenibile comprendente: le sonde geotermiche a sviluppo verticale od orizzontale, la pompa di calore, il sistema di accumulo termico con vaso di espansione, i pannelli radianti per riscaldamento e raffrescamento degli ambienti, i pannelli solari fotovoltaici integrati negli edifici e comunque nel parco. Il trasferimento di calore fra il fluido termovettore ed il terreno, può avvenire attraverso sonde di profondità (fino a 150 metri per applicazioni connesse alla climatizzazione ambientale) o con sistemi di superficie (pochi metri). Nel primo caso è sufficiente analizzare le proprietà termofisiche del sottosuolo, considerandone costante il livello termico; nell'altro si dovrà tenere conto anche della oscillazione temporale della temperatura.

Oltre al terreno, è possibile utilizzare come serbatoio termico anche l'acqua di falda o grandi specchi d'acqua di superficie.

Lo sfruttamento delle falde acquifere avviene secondo due modalità:

- prelevando direttamente il fluido dal sottosuolo da un pozzo di estrazione e reimmettendolo in un pozzo di immissione, una volta effettuato lo scambio di calore;
- inserendo sonde verticali "annegate" nella falda, senza emungimento di acqua, ma trasferendo calore ad un fluido secondario contenuto nelle sonde stesse.

Si può anche usufruire delle acque di superficie, laghi o fiumi, ad integrazione della rete geotermica al fine di aumentare l'efficienza complessiva di tutto il sistema, procedendo con un utilizzo diretto, prelevando acqua con sistemi di pompaggio per l'invio agli scambiatori, o impiegando sonde geotermiche per il trasferimento di calore. Tale soluzione consente quindi di utilizzare anche la risorsa costituita dall'acqua di fiume, soprattutto nel caso in cui la centrale idroelettrica non sia attuabile a causa delle richieste di autorizzazione analoghe già pervenute per l'area interessata.

2.2. IMPIEGO DI PANNELLI SOLARI TERMICI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.

Tutti i fabbricati che verranno realizzati nell'area saranno dotati di sistemi di sfruttamento dell'energia solare quali i collettori solari al fine di contribuire ad alleviare il carico termico gravante sulle altre fonti energetiche.

Tali sistemi di sfruttamento dell'energia solare saranno integrati nelle stesse strutture di copertura ove possibile, compatibilmente con l'ottimizzazione della relativa efficacia.

2.3. L'EDILIZIA RESIDENZIALE DEL QUARTIERE PREVEDE L'IMPIEGO DI SOLUZIONI INNOVATIVE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA, ELEVATO ISOLAMENTO TERMICO ED ACUSTICO, IN MODO DA GARANTIRE ELEVATO COMFORT ABITATIVO

La progettazione edilizia dell'intero parco sarà chiaramente finalizzata a realizzare un intervento che sia di pregio architettonico, funzionale ed energeticamente efficiente. A tale scopo, tutte le

soluzioni tecniche di involucro caratterizzate dai vari pacchetti stratigrafici, verranno curati nel dettaglio al fine di rispettare le normative più stringenti in termini di risparmio energetico ed isolamento acustico e chiaramente di eco sostenibilità dell'intervento. Verranno in concreto disposti ed integrati efficacemente tra loro, sistemi di isolamento termico ed acustico prestazionali per raggiungere elevati livelli di comfort abitativo.

I sistemi di isolamento termico riguarderanno le partizioni perimetrali di tutti i fabbricati, sia orizzontali che verticali, sia verso l'esterno che di confine tra le diverse unità immobiliari dello stesso stabile e saranno di volta in volta differenziati in base alle specifiche condizioni al contorno a cui dovranno far fronte per mantenere i suddetti livelli di comfort.

I sistemi di inerzia termica, come i precedenti, verranno progettati ove sia necessario svolgere le tipiche funzioni di accumulo termico ed isolamento acustico al contempo, anche in questo caso sia verso l'esterno che fra diverse unità immobiliari, sia per quanto concerne il rumore aereo che quello impattivo.

Verranno inoltre appositamente disposti sistemi di guadagno solare diretto ed indiretto di tipo passivo, per massimizzare il comfort ambientale dei fabbricati cercando di limitare il ricorso alle tecnologie impiantistiche.

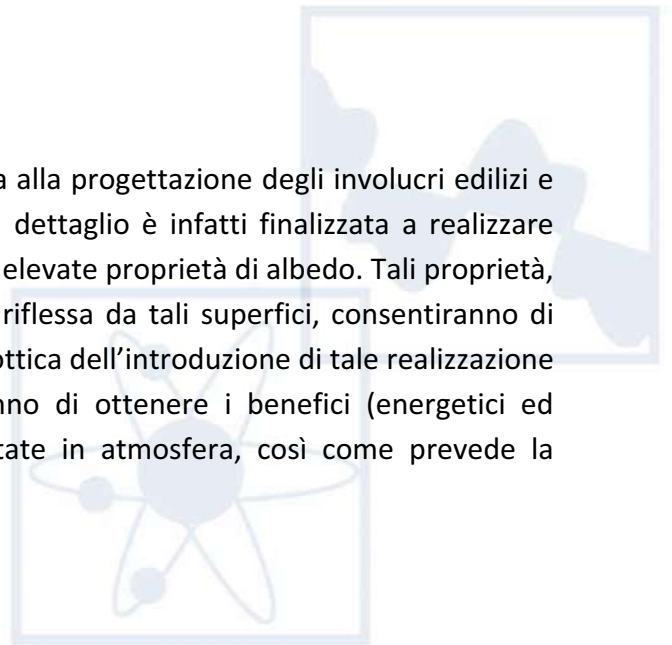
2.4. REALIZZAZIONE DI COPERTURE ADIBITE A VERDE ESTENSIVO (TETTI VERDI).

Una tecnologia di fondamentale importanza che verrà applicata nei sistemi di copertura di gran parte degli edifici sarà quella comunemente definita come "tetto-giardino", a completamento di tutti i provvedimenti di cui verrà dotato il parco.

La tipologia sarà quella del verde estensivo, caratterizzata da una vegetazione di tipo superficiale avente spessore di circa 10 cm e peso medio del tetto di circa 60 kg/m². La piantumazione sarà scelta fra le specie capaci di vivere col solo apporto idrico proveniente dalle precipitazioni atmosferiche. Tra i vantaggi di tale scelta progettuale vengono indicati, oltre al provato miglioramento della qualità degli ambienti abitativi, l'aumento della durabilità globale dell'intervento, la capacità di accumulare l'acqua piovana nella falda artificiale, particolarmente utile durante la stagione estiva, la minimizzazione del surriscaldamento delle aree limitrofe ed il globale miglioramento della qualità dell'aria. Essendo inoltre una copertura termicamente prestazionale, tale sistema contribuirà al risparmio energetico riducendo il carico termico dei fabbricati e le escursioni termiche diurne ed annuali, potenziando inoltre la protezione dall'inquinamento acustico, garantendo un discreto potere fonoassorbente con frequenze fino ai 600 Hz (a frequenze più elevate, le proprietà di assorbimento sono direttamente proporzionali allo spessore della biomassa).

2.5. REALIZZAZIONE DI SUPERFICI DI INVOLUCRO DEGLI EDIFICI INDUSTRIALI E COMMERCIALI, SEGNALETICA STRADALE DELLA VIABILITA' STRADALE INTERNA AL QUARTIERE E ARREDO URBANO CON ELEVATE PROPRIETA' RIFLETTENTI AL FINE DI COMPENSARE LA QUANTITA' DI ANIDRIDE CARBONICA EMESSA DAGLI UTENTI E CITTADINI.

Come anticipato, particolare cura tecnica verrà dedicata alla progettazione degli involucri edilizi e delle superfici urbane in genere. Tale progettazione di dettaglio è infatti finalizzata a realizzare superfici esposte alla radiazione solare caratterizzate da elevate proprietà di albedo. Tali proprietà, previe opportune valutazioni della quantità di energia riflessa da tali superfici, consentiranno di attenuare gli effetti di surriscaldamento al suolo e, nell'ottica dell'introduzione di tale realizzazione nel mercato delle emissioni di gas serra, consentiranno di ottenere i benefici (energetici ed economici) corrispondenti alle emissioni di CO_{2eq} evitate in atmosfera, così come prevede la Direttiva 2003/87/CE.



CENTRAL PARK

Soluzioni per il Risparmio Energetico e la Salvaguardia Ambientale previste nell'ambito del Piano Attuativo di iniziativa mista pubblico-privata dell'area Officine Franchi- Bastia Umbra

L'iniziativa mista pubblico - privata comprende interventi finalizzati alla produzione di energia e al risparmio energetico che minimizzino l'impatto ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra. Il progetto intende migliorare la sostenibilità e la competitività del sistema energetico di Bastia Umbra, definendo alcuni interventi e relative caratteristiche che possano essere di rilievo per l'autonomia energetica dell'area.

Inoltre sono considerati tutti gli interventi volti all'ottimizzazione e al raggiungimento di livelli esemplari di efficienza energetica degli edifici.

- INVENTARIO EMISSIONI DI GAS AD EFFETTO SERRA
- IMPIANTO DI COGENERAZIONE AD OLIO VEGETALE
- RETE DI TELERISCALDAMENTO CITTADINA.
- CENTRALE IDROELETTRICA
- IMPIANTO FOTOVOLTAICO
- RETE GEOTERMICA
- MACCHINE FRIGORIFERE AD ASSORBIMENTO
- PANNELLI SOLARI TERMICI
- CALDAIA A CIPPATO DI LEGNA
- SISTEMA CENTRALIZZATO DI RACCOLTA E RECUPERO RIFIUTI
- SISTEMA DI RECUPERO E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE
- PROGETTO ALBEDO
- STAZIONE DI BIKE SHARING
- ILLUMINAZIONE PUBBLICA AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA
- EDILIZIA RESIDENZIALE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA
- REALIZZAZIONE DI COPERTURE ADIBITE A VERDE ESTENSIVO

Focus su alcuni interventi proposti

- A. PROGETTO ALBEDO
- B. OLIO VEGETALE
- C. FOTOVOLTAICO
- D. CALDAIA A CIPPATO
- E. EDIFICI

A. PROGETTO ALBEDO

Superfici ad Elevato Albedo: Crediti di Carbonio e Riduzione del Riscaldamento Globale

Central Park – Bastia Umbra (PG)



Laboratorio Progetto Albedo - Terni
Misura in Laboratorio del Coefficiente di Riflessione di manufatti
Laboratory measurements of reflection coefficient of building elements

Fornitore/Cliente/Gestore: **A.T.I. Monte Vibiano Vecchio Mercatello (PG) ITALY**
(Client)

Descrizione: **Lamiere in acciaio zincato rivestita con pittura di colore bianco.**
(Description) *(Galvanized steel sheet coated on one side with white paint)*

Condizioni di misura del campione:
(Sample measurement conditions)

Pressione atmosferica: 99 kPa
(Atmospheric pressure)

Temperatura dell'aria: 19 °C
(Air temperature in the test room)

Area A del campione di prova: 10 cm²
(Sample area A)

Spessore t del campione di prova: 2 mm
(Sample thickness t)

Colore RAL del campione di prova: 9010
(Sample RAL color)

Coefficiente di riflessione r(λ)			
λ (nm)	r(λ)	λ (nm)	r(λ)
300	0.4753	800	0.9550
320	0.4928	850	0.9481
340	0.4928	900	0.9370
360	0.4982	950	0.9324
380	0.5315	1000	0.9285
400	0.6894	1050	0.9208
420	0.9024	1100	0.9133
440	0.9237	1150	0.9053
460	0.9504	1200	0.8917
480	0.9332	1250	0.8927
500	0.9372	1300	0.8920
520	0.9370	1350	0.8899
540	0.9368	1400	0.8855
560	0.9356	1450	0.8869
580	0.9380	1500	0.8819
600	0.9377	1550	0.8718
620	0.9375	1600	0.8566
640	0.9362	1650	0.8307
660	0.9354	1700	0.7767
680	0.9393	1750	0.7673
700	0.9273	1800	0.7945
720	0.9303	1850	0.8065
740	0.9651	1900	0.8658
760	0.9605	1950	0.8932
780	0.9577	2000	0.8680

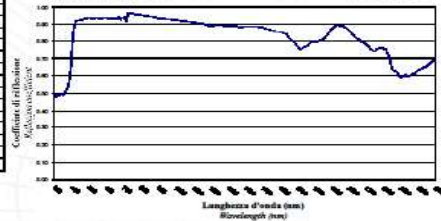
Condizioni in opera:
(Installation Conditions)

Superficie reale S: 280 m²
(Area S)

Superficie orizzontale equivalente S_{eq}: 242 m²
(Equivalent horizontal area S_{eq})

Elevazione h: 370 m s.l.m.
(Elevation h)

Coordinate geografiche: 42° 57' 52" N
..... 12° 14' 55" E
(Geographic reference)



Legenda Assunti:
λ: lunghezza d'onda (wavelength)
r: coefficiente di riflessione (reflection coefficient)
α: coefficiente di assorbimento (absorption coefficient)

FATTORE DI RIFLESSIONE SOLARE secondo EN 410/88
SOLAR REFLECTION FACTOR according to EN 410/88

ρ_e = 0.89

INDICE DI COMPENSAZIONE DELLA CO₂ EQUIVALENTE*
*EQUIVALENT CO₂ COMPENSATION INDEX**

K_{CO₂eq} = 103.6 (kg CO₂eq/m²)

* Calculated by patented atmospheric radiative model (Patent n° PG 2006 A.0086)

TONNELLATE DI CO₂ EQUIVALENTE COMPENSATE
COMPENSATED TONS OF EQUIVALENT CO₂

M_{CO₂eq} = 25.1 (ton)

Certificato n°: **0001-2008**
(N° of test report)

Data: **10-10-2008**
(Date)

L'operatore: Ing. M. Filippini
(Operator's signature)

Rilasciato da: CIRIAF
(Released by)

Il Responsabile del Laboratorio: Prof. F. Rossi
(Laboratory Chief)



CIRIAF, Via G. Duranti, 06125 Perugia

Certificato di prova n° 0001/2008, pag. 1 di 2

Figura 1. Misura in laboratorio del Coefficiente di Riflessione



Figura 2. Applicazione su silos presso l'Azienda Monte Vibiano, Perugia

Realizzazione di superfici di involucro edifici industriali e commerciali, segnaletica della viabilità stradale interna al quartiere, arredo urbano con elevate proprietà riflettenti al fine di compensare la quantità di anidride carbonica emessa da utenti e cittadini

Realizzazione di superfici esposte alla radiazione solare caratterizzate da elevate proprietà di albedo. Tali proprietà, previe opportune valutazioni della quantità di energia riflessa da tali superfici, consentiranno di attenuare gli effetti di surriscaldamento al suolo e, nell'ottica dell'introduzione di tale realizzazione nel mercato delle emissioni di gas serra, consentiranno di ottenere i benefici (energetici ed economici) corrispondenti alle emissioni di CO₂eq evitate in atmosfera, così come prevede la Direttiva 2003/87/CE.

B. OLIO VEGETALE

Cogeneratore ad olio vegetale

Central Park – Bastia Umbra (PG)



Figura 1. Cogeneratore ad olio vegetale da 1MWe

Impianto di cogenerazione ad olio vegetale da circa 1MWe da connettere alla rete di teleriscaldamento cittadina

Installazione di un elettrogeneratore in assetto cogenerativo, dotato di tutti i sistemi necessari per l'alimentazione, lo stoccaggio e la movimentazione dell'olio vegetale ed i sistemi di sicurezza e controllo. Il cogeneratore produce energia elettrica, impiegata per coprire il fabbisogno elettrico del quartiere ed energia termica, che viene resa disponibile in una rete di teleriscaldamento integrata a quella cittadina già esistente.

POTENZA ELETTRICA	1 MWe
POTENZA TERMICA	1 MWt
ORE DI FUNZIONAMENTO ANNUE	8000 ore
PRODUZIONE ELETTRICA STIMATA	8000 MWh _e /anno
PRODUZIONE TERMICA STIMATA	8000 MWh _t /anno
EMISSIONI DI CO ₂ eq EVITATE	5200 t CO ₂ eq/anno

La rete di distribuzione prevista è costituita da un sistema di alimentazione principale, formato da un doppio tubo con controllo istantaneo delle perdite, da cui si dipartono le alimentazioni delle singole utenze.

C. FOTOVOLTAICO

Impianto Fotovoltaico

Central Park – Bastia Umbra (PG)

Impianto fotovoltaico 1MWe

L'impianto fotovoltaico verrà installato in parte su barriere acustiche per l'abbattimento del rumore prodotto dalla linea ferroviaria adiacente ed in parte su pensiline di copertura dei parcheggi.

Di seguito una stima dell'energia producibile e della tipologia di installazione basata sui dati forniti da Joint Research Center della Comunità Europea che si basa su un completo ed aggiornato database di dati meteo climatici dell'Europa Occidentale.

POTENZA NOMINALE	1000 KWe
TIPOLOGIA DI PANNELLI	SILICIO CRISTALLINO
INCLINAZIONE DEI MODULI	34°
ORIENTAMENTO DEI MODULI (AZIMUT)	10 GRADI
STIMA DELLE PERDITE CAUSATO DALLA TEMPERATURA	8,3%
PERDITE STIMATE CAUSATE DALL'EFFETTO ANGOLARE DI RIFLESSIONE	3,4%
ALTRE PERDITE (CAVI, INVERTER, ETC.	14%
TOTALE DELLE PERDITE DI SISTEMA FV)	25,1%
NUMERO TOTALE DI PANNELLI INSTALLATI	5000
EN. TOTALE OTTENIBILE	≈1256 MWh ALL'ANNO.
EMISSIONI DI CO ₂ EQ EVITATE	556 T CO ₂ EQ/ANNO



Figura 1. Stazione solare presso l'Azienda Monte Vibiano Comune di Marsciano, PG



Figura 2. Impianto fotovoltaico presso l'Azienda Monte Vibiano, Marsciano, PG

D. CALDAIA A CIPPATO

Caldaia a cippato di legna

Central Park – Bastia Umbra (PG)



Figura 1. Caldaia a cippato, installata presso Cantine Lungarotti (Torgiano, PG)



Figura 2. Caldaia a cippato di legna e sistema di stoccaggio ed alimentazione

Caldaia a cippato alimentata con potature

Si prevede la realizzazione di un impianto da circa 100 kW di potenza alimentato con i residui di potatura del verde pubblico e degli alberi del parco.

La filiera energetica prevede le fasi di:

- **Raccolta** dei residui di potatura derivanti dalla manutenzione del verde urbano e del parco;
- **Stoccaggio** all'aperto in essiccatori a circolazione naturale. Il tempo di stoccaggio deve essere sufficientemente lungo al fine di garantire una congrua diminuzione dell'umidità;
- **Cippatura** che permette di ottenere biocombustibile, il cippato, di caratteristiche dimensionali compatibili con l'impianto di conversione energetica ed in particolare con il sistema di alimentazione della caldaia.
- **Conversione energetica** in caldaia a griglia fissa o mobile, generalmente ad olio diatermico, in cui viene bruciato il cippato. L'olio diatermico prodotto dalla combustione della biomassa, con temperature fino a 300°C, potrebbe essere impiegato anche per l'alimentazione di macchine frigorifere ad assorbimento nel raffrescamento degli edifici.

E. EDIFICI

Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici

Central Park – Bastia Umbra (PG)

Tecniche e tecnologie efficienti

- Integrazione di tecnologie efficienti alimentate da fonti energetiche rinnovabili per la definizione di un sistema di climatizzazione degli edifici residenziali ad impatto zero.

- Il pacchetto tecnologico ecosostenibile comprende:

1. Sonda geotermica verticale
2. Pompa di calore
3. Accumulo termico con vaso di espansione
4. Pannelli radianti per riscaldamento e raffrescamento ambienti domestici
5. Soluzioni tecniche e costruttive atte ad ottimizzare l'efficienza energetica di tutto il costruito tra cui: isolamento termico con cappotto, ventilazione meccanizzata controllata, scambiatore autonomo per il recupero del calore, taglio termico strutturale, riscaldamento e raffrescamento a pavimento, infissi con doppio vetro basso emissivo con Argon e Krypton, recupero acqua piovana per irrigazione, vetro cellulare per isolamento alla base della tamponatura perimetrale, soluzioni di isolamento acustico prestazionali.

- L'**edilizia residenziale**: in classe energetica A (elevata efficienza), caratterizzata da consumi energetici inferiori a 30 kWh/m²a per il riscaldamento prendendo come prototipo realizzato il caso della Residenza Annamaria (Figura 1).

Building global performance BGP INDEX: 6,6 (93,8/100)

- Residenza per anziani**: edifici di carattere passivo, riferimento delle realizzazioni già edificate, di paragonabile estensione superficiale e caratteristiche funzionali.

Edificio per anziani a Mönchengladbach (Germania): 4000 mq (Fig.2).

- Albergo, aree commerciali - servizi pubblici e privati** : conforme alla recente normativa energetica (Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia". Classe B.



Figura 1. Residenza Annamaria (Comune di Perugia, località Ponte Rio. 2008-2009)



Figura 2. Struttura per anziani a Mönchengladbach (Nord Reno Westfalia, Germania. 2003)



CIRIAF

Centro Interuniversitario
di Ricerca sull'Inquinamento
da Agenti Fisici - "Mauro Felli"

**SOLUZIONI PER IL RISPARMIO ENERGETICO
E LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE
PREVISTE NELL'AMBITO DEL PIANO
ATTUATIVO DI INIZIATIVA MISTA PUBBLICO-
PRIVATO DELL'AREA OFFICINE FRANCHI**

BASTIA UMBRA (PG)

Gruppo di Lavoro

Prof. Ing. Franco Cotana (Coordinatore)

Ing. Andrea Nicolini (Responsabile tecnico-scientifico)

Ing. Sara Rinaldi

Ing. Anna Laura Pisello

Committente:

Central Park S.r.l.

Via Costa, 6

06083 Bastia Umbra (PG)

Data: Giugno 2010



1. Integrazione di sistemi energetici efficienti e di interventi di risparmio energetico

L'iniziativa mista pubblico - privata ha lo scopo di indirizzare il Piano Attuativo verso interventi finalizzati alla produzione di energia e al risparmio energetico che minimizzino l'impatto ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra. Il progetto intende migliorare la sostenibilità e la competitività del sistema energetico di Bastia Umbra, definendo alcuni interventi e relative caratteristiche che possano essere di rilievo per l'autonomia energetica dell'area.

1.1. QUANTIFICAZIONE E RENDICONTAZIONE DELLE EMISSIONI DI GHG SECONDO LA ISO 14064

La ISO 14064 rappresenta uno strumento comune di riferimento per quantificare, gestire e ridurre le emissioni di gas ad effetto serra. L'obiettivo del progetto è ridurre al minimo l'impatto dell'area in termini di emissioni di gas serra e per questo è necessario applicare uno standard che permetta di quantificare con precisione le emissioni, in modo coerente, trasparente e credibile.

Per valutare il miglioramento ambientale in termini di emissioni di gas ad effetto serra (GHG) ottenuto grazie all'applicazione di tecnologie energetiche ed edilizia sostenibile si va ad effettuare un confronto tra le emissioni relative a due scenari:

- **Scenario 1:** i fabbisogni energetici sono coperti da impianti tradizionali alimentati da fonti fossili;
- **Scenario 2:** si impiegano esclusivamente impianti ad energia rinnovabile (nello specifico impianto cogenerativo ad olio vegetale, impianto idroelettrico, impianto fotovoltaico) per la produzione di energia.

La tipologia costruttiva resta la stessa nei due scenari e di conseguenza il relativo fabbisogno energetico. Come si evince dalla tabella 2, il fabbisogno elettrico totale è pari a 1590550 kWh, mentre il fabbisogno termico, che comprende l'energia necessaria per il riscaldamento invernale, il raffrescamento estivo e la produzione di acqua calda sanitaria, è pari a 3207999 kWh.

Al fine di calcolare le emissioni di gas ad effetto serra, in termini di tCO₂eq, sono state applicate metodologie per le diverse tecnologie energetiche. Il fattore di emissione per l'energia elettrica utilizzato è pari a 443 gCO₂eq/kWh¹, che tiene conto del mix di produzione del Parco elettrico italiano. Per l'energia termica è stata applicata la metodologia IPPC², considerando il processo di combustione di gas naturale, un coefficiente di ossidazione pari a 1 ed un rendimento pari a 0,97. Applicando tali metodologie vengono quantificate le emissioni nei due scenari.

- o Scenario 1: 1374 tCO₂eq

¹ Rapporto Ambientale ENEL 2009

² Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories IPCC - Volume 2 Energy, 2006

○ Scenario 2: 0 tCO₂eq

Le emissioni nello Scenario 2 risultano essere pari a zero, in quanto i sistemi energetici impiegati sono rinnovabili e coprono l'intero fabbisogno energetico dell'area in esame. Con l'impiego delle fonti rinnovabili si riducono quindi le emissioni di 1374 tCO₂eq nel distretto che risulta essere autonomo dal punto di vista energetico. Oltre a tale quota è necessario considerare anche la parte di energia prodotta dal complesso edificato e venduta all'esterno. Infatti la produzione attesa di energia dagli impianti a fonte rinnovabile supera di gran lunga il fabbisogno energetico dell'area come si evince dalla tabella 1. A tale surplus energetico sono associati dei *crediti di carbonio*: grazie alla produzione rinnovabile complessiva è evitata l'immissione in atmosfera di **6257 tCO₂eq/anno** di gas ad effetto serra.

	Produzione attesa	Produzione Attesa
Cogeneratore ad olio vegetale	8000 MWhe	8000 MWht
Impianto Fotovoltaico	1256 MWh	-
Impianto idroelettrico	1100 MWh	-
TOTALE da FONTI RINNOVABILI	10357 MWh	8000 MWht
FABBISOGNO	1590,55 MWh	3208 MWht
SURPLUS ENERGETICO	8766,45 MWh	4792 MWht

Tabella 1: Producibilità, consumi e surplus energetico

1.2. IMPIANTO DI COGENERAZIONE AD OLIO VEGETALE DA CIRCA 1 MW_e, DA CONNETTERE ALLA RETE DI TELERISCALDAMENTO CITTADINA

La cogenerazione è la combinazione di sistemi destinati alla produzione contemporanea di energia elettrica ed energia termica e costituisce pertanto una tecnologia in grado di incrementare l'efficienza complessiva di un sistema di conversione; infatti si sfrutta in modo ottimale l'energia primaria del combustibile: l'energia ad alta temperatura viene convertita in energia elettrica, mentre quella a bassa temperatura viene resa disponibile per applicazioni termiche convenienti. Dal punto di vista energetico tale produzione combinata è significativamente più conveniente della stessa produzione realizzata separatamente con sistemi tradizionali.

Premesso ciò, l'intervento che si vuole realizzare consiste nell'installazione di un motore cogenerativo ad olio vegetale (girasole, colza, soia) da circa 1MWe da connettere alla rete di teleriscaldamento per il trasporto di calore. Il sistema di teleriscaldamento urbano rappresentano

un'importante opportunità di impiego razionale dell'energia e un contributo al contenimento dei consumi energetici, alla riduzione dei gas ad effetto serra ed al controllo dell'inquinamento globale.

L'intervento prevede quindi l'implementazione dei seguenti interventi:

- Installazione di un elettrogeneratore in assetto cogenerativo, dotato di tutti i sistemi necessari per l'alimentazione, lo stoccaggio e la movimentazione dell'olio vegetale ed i sistemi di sicurezza e controllo. Il motore avrà una potenza elettrica di circa 1 MW. Si prevede di installare un motore diesel di derivazione navale, caratterizzato quindi da un basso numero di giri (500÷750/1'); tale caratteristica permette di minimizzare gli interventi di manutenzione e di impiegare il motore fino ad 8000 ore all'anno. L'energia elettrica producibile in questo impianto è quindi pari a 8000 MWh;
- Costruzione di una rete di teleriscaldamento nell'area di progetto integrata alla rete cittadina per il trasporto dell'energia termica (sottoforma di acqua calda) dalla centrale alle utenze. La rete di distribuzione prevista è costituita da un sistema di alimentazione principale, formato da un doppio tubo con controllo istantaneo delle perdite, da cui si dipartono le alimentazioni delle singole utenze. In questa prima fase si è ipotizzato che la rete primaria di teleriscaldamento copra circa 8.000 m di lunghezza totale. L'energia termica prodotta dal recuperatore e disponibile per il teleriscaldamento è pari a 8000 MWh termici.

Recuperando il calore prodotto dal motore a biomassa, e quindi ad energia rinnovabile si ha la completa sostituzione delle fonti fossili e quindi un impatto, in termini di emissioni di gas serra, pari a zero.

1.3. CENTRALE IDROELETTRICA DA CIRCA 130 KW NOMINALI (POTENZA MASSIMA 190 KW).

Un impianto idroelettrico trasforma l'energia potenziale gravitazionale dell'acqua in energia meccanica di rotazione della turbina; tale energia viene convertita in energia elettrica tramite un generatore calettato sull'albero della turbina. Nello specifico l'acqua viene convogliata in una condotta forzata fino ad arrivare alle turbine che ruotano grazie alla spinta dell'acqua stessa. Ognuna di esse è accoppiata ad un alternatore che trasforma il movimento di rotazione in energia elettrica. La velocità impressa dall'acqua alle turbine viene generata attraverso una differenza di quota, detta "salto", che si traduce in pressione idrodinamica alla quota in cui sono posizionate le turbine. Da un'analisi preliminare, sono state valutate diverse soluzioni impiantistiche e diverse ipotesi di tracciato del fiume Chiascio nel Comune di Bastia Umbra e calcolata l'attesa producibilità dell'impianto. Sulla base di tali dati è stata effettuata una prima scelta. Per questioni riguardanti principalmente l'impatto ambientale, la soluzione più opportuna e consona alle esigenze del progetto e del luogo risulta quella con l'opera di presa nel punto B, che consente di sfruttare circa $0.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ in più delle altre soluzioni in quanto sfrutterebbe anche l'acqua in rilascio dal laghetto

in costruzione subito a monte. Tale quantitativo, infatti, andrebbe lasciato defluire nelle soluzioni con presa nel punto A.

Le caratteristiche impiantistiche e di tracciato della soluzione scelta sono riportate di seguito.

- Opera presa a monte della briglia sotto al ponte della ferrovia (B);
- Condotta di adduzione interrata lunghezza 650 m;
- Centrale a valle della briglia del ponte sulla strada Torgianese (D);
- Canale di scarico (lunghezza 20 m) con rilascio a valle della briglia stessa (D).

Dati tecnici

• Salto medio	5,30	m
• Portata massima derivabile	4,3	m ³ /sec
• Portata media turbinatile	2,9	m ³ /sec
• Potenza istallata	190	kW
• Potenza media nominale	130	kW
• Energia elettrica annua prodotta	1.100	MWh

Tutti i dati di cui sopra devono intendersi di massima e pertanto suscettibili di variazioni fino a $\pm 10\%$.

1.4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza complessiva di circa 1 MWe e verrà installato in parte su barriere acustiche per l'abbattimento del rumore prodotto dalla linea ferroviaria adiacente ed in parte su pensiline di copertura dei parcheggi. Si considerino pannelli di silicio cristallino di potenza nominale pari a 1000 kW, un'inclinazione di 34° ed un azimut di 10°.

Per i calcoli energetici del sistema fotovoltaico a pannelli si utilizzano i dati elaborati dall'organismo pubblico internazionale Joint Research Center della Comunità Europea (<http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php?lang=it&map=europe>) che si basa sul più completo ed aggiornato database di dati meteo climatici per l'Europa Occidentale. Le caratteristiche del sistema scelto nello studio preliminare sono riportate di seguito.

- Potenza nominale del sistema FV considerato: 1000 kW silicio cristallino
- Inclinazione dei moduli: 34°
- Orientamento dei moduli (Azimut): 10 gradi
- Stima delle perdite causato dalla temperatura (dati locali di temperatura): 8,3%
- Perdite stimate causate dall'effetto angolare di riflessione: 3,4%
- Altre perdite (cavi, inverter, etc.): 14%
- Totale delle perdite di sistema FV: 25,1%

Numero totale di pannelli installati
 Potenza di picco totale installata
 En. totale ottenibile

N.pan= 5000 di potenza 200Wp ciascuno
 Pcc Totale = N.pan*200 Wp= 1000 kWp
 ≈1256 MWh all'anno.

1.5. MACCHINE FRIGORIFERE AD ASSORBIMENTO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA DEGLI EDIFICI

L'energia termica prodotta nell'impianto cogenerativo ad olio vegetale e dalla caldaia ausiliaria a cippato alimenteranno macchine frigorifere centralizzate per garantire il raffrescamento estivo. Considerando un COP medio di una macchina frigorifera ad assorbimento pari a 0,7³ e un periodo di funzionamento pari a 1000 ore all'anno nel periodo estivo, si hanno a disposizione 700 MWh per la climatizzazione estiva. Il fabbisogno di energia frigorifera è pari a 891 MWh, quindi in fase progettuale è necessario prevedere l'integrazione tramite le pompe di calore che impieghino energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

1.6. CALDAIA AUSILIARIA A CIPPATO ALIMENTATA CON RESIDUI DI POTATURE

Si prevede la realizzazione di un impianto a biomasse da circa 100 kW di potenza alimentato con i residui di potatura del verde pubblico e degli alberi del parco. Tali biomasse verranno raccolte, stoccate, opportunamente trattate e infine bruciate in caldaia.

Le potature prodotte vengono raccolte e stoccate all'interno di essiccatori a circolazione naturale all'aperto prima della relativa cippatura in un sito posto in prossimità della centrale. Il tempo di stoccaggio deve essere sufficientemente lungo, al fine di garantire una congrua diminuzione dell'umidità della biomassa, necessaria per la conversione energetica. Si prevede l'installazione di una cippatrice che permetta di ottenere un biocombustibile (cippato) di caratteristiche dimensionali compatibili con le apparecchiature di conversione energetica, in particolare con il sistema di alimentazione della caldaia. La conversione energetica prevede la combustione del cippato in una caldaia a griglia fissa o mobile, generalmente ad olio diatermico.

1.7. SISTEMA CENTRALIZZATO ED AUTOMATIZZATO DI RACCOLTA E RECUPERO RIFIUTI.

Tutta l'area edificata sarà connessa da una rete sotterranea di raccolta e smaltimento dei rifiuti organici e differenziati al fine di raccogliere appunto tali materiali e massimizzare il riciclaggio degli stessi.

Verranno quindi stabilite in fase progettuale delle aree ritenute adatte per lo stoccaggio breve di tali materiali, provenienti dai fabbricati, in posizione periferica rispetto allo sviluppo urbanistico dell'area, quindi di facile raggiungimento per i mezzi di trasporto che si occuperanno del futuro smaltimento e del recupero dei materiali riciclabili.

³ Adsorption Chiller Yazaki

1.8. SISTEMA DI RECUPERO E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE PROVENIENTI DALLE COPERTURE SU VASCA DA CIRCA 100 M³, DA UTILIZZARE PER SISTEMA ANTINCENDIO ED IRRIGAZIONE DELLE AREE VERDI.

All'interno del parco tutti gli edifici verranno progettati con sistemi di copertura finalizzati anche al raccoglimento, convogliamento e recupero delle acque piovane. Tali acque risultano infatti preziose per la gestione delle attività dell'area stessa, quali: l'irrigazione del verde attrezzato, la pulizia delle aree pubbliche e soprattutto per il riempimento di apposite vasche interrato che costituiranno l'alimentazione del sistema antincendio pubblico e privato.

1.9. STAZIONE DI BIKE SHARING (CONDIVISIONE DI BICICLETTE) AD USO PUBBLICO.

Come ormai è già socialmente riconosciuto ed attuato nelle principali città italiane, un contributo alla riduzione della mobilità veicolare interna degli autoveicoli e dell'inquinamento da essi apportato, è ottenuta dalla sistemazione di stazioni di posteggio e condivisione di biciclette, seguendo il principio appunto del *bike sharing* (tradotto letteralmente: condivisione della bicicletta).

L'area in oggetto, in forte misura verde e pianeggiante, ben si presta alla disposizione di percorsi ciclabili preferenziali ed alla disposizione, lungo di essi, di parcheggi per biciclette, da condividere appunto mediante il semplice utilizzo di tesserino e documento di riconoscimento, da val validare con dispositivi elettronici in apposite colonnine, posizionate in corrispondenza di tali postazioni di sosta.

Ulteriore valutazione che sarà effettuata in fase di progettazione comprenderà l'introduzione nel parco di biciclette con supporto elettrico, che verranno ricaricate con l'ausilio dell'impianto fotovoltaico del parco stesso.

1.10. ILLUMINAZIONE PUBBLICA AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA (LED, ETC..) INTEGRATA CON SISTEMA DI SORVEGLIANZA URBANO

È previsto un sistema di illuminazione capillare al fine di permettere il controllo del territorio, la sicurezza dei cittadini, sia per quanto riguarda la viabilità che la possibilità di camminare al sicuro nelle strade o nei vicoli facilitando il servizio di vigilanza urbana.

Il progetto per l'illuminazione pubblica prevede l'installazione di apparecchi di qualità, ad esempio diodi a emissione luminosa (LED), che assicurino la durata nel tempo e il mantenimento delle prestazioni fotometriche e che impieghino sistemi di alimentazione ad alta efficienza. Essi saranno inoltre integrati con eventuali sistemi di telecontrollo che permettano di monitorare e controllare l'impianto e di ridurre al minimo gli interventi di manutenzione.

2. Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici

Come analizzato negli elaborati grafici dell'area, il patrimonio edificato della zona si caratterizza per differenti destinazioni d'uso e soluzioni architettoniche degli edifici. L'attività progettuale nel suo complesso si integra con le finalità dell'intero intervento, avendo come obiettivo principale il raggiungimento di livelli esemplari di efficienza energetica delle strutture.

In fase di studio di prefattibilità sono quindi state definite le caratteristiche di rendimento energetico dei fabbricati così come di seguito riportato (§cfr.: Tabella 2), cercando di conciliare le esigenze della committenza con le problematiche di realizzazione, gestione e commercializzazione degli immobili. Si è deciso di affrontare l'analisi dei fabbisogni di energia primaria di tutti i fabbricati a partire da esempi edilizi già realizzati ed operativi ed in base agli obiettivi raggiungibili per le varie tipologie edilizie e destinazioni d'uso, come di seguito specificato.

L'*edilizia residenziale* è stata considerata in classe energetica A (elevata efficienza) e quindi caratterizzata da consumi energetici inferiori a 30 kWh/m²a per il riscaldamento. Tenendo conto della finalità dell'intervento, sono stati presi come casi di riferimento per il calcolo dei fabbisogni obiettivo delle realizzazioni similari già operative⁴.

Gli edifici che alloggeranno la *residenza per anziani* saranno di carattere passivo, prendendo anche in questo caso come riferimento delle realizzazioni già edificate⁵, di paragonabile estensione superficiale e caratteristiche funzionali.

L'*albergo* sarà realizzato in conformità alle più recenti normative energetiche di riferimento (Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia") e in questa fase vengono caratterizzate dalla classe B, con un fabbisogno energetico di riscaldamento inferiore quindi ai 50 kWh/m²a, pari a cioè a 45 kWh/m²a come valore di riferimento in questa fase.

Le *aree commerciali* e quelle adibite a *servizi pubblici e privati*, come nel caso precedente, saranno conformi ai limiti più restrittivi prescritti dalle normative di riferimento per il calcolo del rendimento energetico in edilizia. Per la caratterizzazione energetica di tali fabbricati si rimanda comunque alle fasi successive di sviluppo progettuale, durante le quali verranno definite nel dettaglio le caratteristiche di ciascun immobile, informazioni fondamentali per poter effettuare una valutazione energetica esaustiva.

A partire dalle suddette considerazioni e dai dati ad esse relativi è stato quindi possibile effettuare il calcolo delle emissioni di CO₂ con i seguenti parametri di input:

I. Destinazione d'uso dell'immobile

⁴ Residenza Annamaria, Comune di Perugia (Gallano Costruzioni).

⁵ Edificio per anziani a Monchengladbach (Germania): 4000 mq

II. Caratteristiche della prestazione energetica definite come obiettivo della progettazione e della realizzazione degli edifici: normative di riferimento, standard di rendimenti del sistema edificio-impianto ecc.

III. Indici di prestazione termica degli edifici:

- a. fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria;
- b. fabbisogno di energia elettrica per impianti ed elettrodomestici;
- c. prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ($EP_{e,invol}$) pari al rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento dell'edificio (energia richiesta dall'involucro edilizio per mantenere negli ambienti interni le condizioni di comfort) e la superficie calpestabile del volume climatizzato. In questa sede è stato considerato un valore di $EP_{e,invol}$ pari a 8 kWh/m²a, che indica prestazioni ottime (qualità prestazionale di classe I) per tutte le destinazioni d'uso ad eccezione dell'albergo e degli edifici commerciali e servizi, per cui si rimanda, come anticipato, ad una successiva fase di maggior dettaglio.

Si riporta pertanto di seguito l'analisi e la stima dei suddetti parametri per ogni destinazione d'uso presente nell'intervento in oggetto.

Destinazione d'uso	Superficie coperta	Fabbisogno tot termico		Fabbisogno tot elettrico	
	m ²	kWh/m ² a	kWh/a	kWh/m ² a	kWh/a
Residenziale	28300	26	1089895	16	452800
Social housing	4500	26	173305	16	72000
Commerciale Direzionale Servizi pubblici Servizi privati	23050	65	1498250	35	806750
Residenza anziani	4000	26	154049	16	64000
Albergo	6500	45	292500	30	195000

Tabella 2: Valori dei fabbisogni di energia termica ed elettrica per le diverse destinazioni d'uso

Si descrive ora il dettaglio delle voci sintetizzate in Tabella 2.

- Destinazione d'uso residenze plurifamiliari (compresi i fabbricati *social housing*):
 - Circa 19 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria⁶
 - Circa 16 kWh/m² anno⁷: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 39 kWh/m²a in termini di Energia Primaria

⁶ Residenza Annamaria, Perugia

⁷ Edificio residenziale plurifamiliare a Stans (Svizzera): palazzina di 8 alloggi

- Circa 8 kWh/m² anno: indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ($E_{pe,invol}$)
- Destinazione d'uso residenza per anziani:
Data la fase di studio di prefattibilità ancora non è stato definito il target energetico di questa struttura. Si prende pertanto come riferimento il caso di edilizia residenziale in classe A per il regime di riscaldamento e classe I per le prestazioni di raffrescamento dell'involucro edilizio. Si tiene comunque in considerazione la possibilità di realizzare in questo caso un edificio di tipo passivo, prendendo come caso obiettivo la struttura paragonabile realizzata in Germania nel 2003 caratterizzata da circa 30 kWh/m² anno di fabbisogno di Energia Primaria totale⁸. Come caso di riferimento per il calcolo si usano comunque i seguenti valori.
 - Circa 19 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
 - Circa 16 kWh/m² anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 39 kWh/m²a in termini di Energia Primaria;
 - Circa 8 kWh/m² anno: indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento ($E_{pe,invol}$).
- Destinazione d'uso albergo:
 - Circa 45 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
 - Circa 30 kWh/m² anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 73 kWh/m²a in termini di Energia Primaria.
- Destinazione d'uso commerciale e servizi (pubblici e privati):
 - Circa 65 kWh/m² anno: fabbisogno di Energia Primaria per riscaldamento ed acqua calda sanitaria;
 - Circa 35 kWh/m² anno: fabbisogno elettrico corrispondente a circa 85 kWh/m²a in termini di Energia Primaria.

2.1. RETE GEOTERMICA COSTITUITA DA SCAMBIATORI DI CALORE ORIZZONTALI E VERTICALI A SERVIZIO DELLE UTENZE TERMICHE DEL QUARTIERE.

Tutti gli impianti di climatizzazione dei fabbricati all'interno dell'area in oggetto saranno dotati di opportuni sistemi di scambio del calore geotermico sia di tipo verticale che orizzontale, in base alle esigenze progettuali e realizzative di ciascun intervento specifico. Tali scambiatori di calore integrati permetteranno il raggiungimento di elevate prestazioni impiantistiche, consentendo lo

⁸ Edificio per anziani a Monchengladbach (Germania): 4000 mq

scambio termico con gli strati profondi del terreno edificato, che si trova ad una temperatura pressoché costante durante tutto l'arco dell'anno, pari a circa 14°C.

Le suddette tecnologie del sistema geotermico a bassa entalpia ottimizzano infatti il rendimento impiantistico delle pompe di calore sia in regime di raffrescamento estivo che in quello di riscaldamento invernale.

Come gli altri sistemi tecnologici trattati, la realizzazione degli impianti geotermici a bassa entalpia contribuiranno alla costruzione di sistemi di climatizzazione ad Impatto Zero, sia per le civili abitazioni che per i fabbricati di differente destinazione d'uso connessi alla rete.

Nello specifico, l'integrazione delle tecnologie efficienti consente la realizzazione del sistema ecosostenibile comprendente: le sonde geotermiche a sviluppo verticale od orizzontale, la pompa di calore, il sistema di accumulo termico con vaso di espansione, i pannelli radianti per riscaldamento e raffrescamento degli ambienti, i pannelli solari fotovoltaici integrati negli edifici e comunque nel parco.

2.2. IMPIEGO DI PANNELLI SOLARI TERMICI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.

Tutti i fabbricati che verranno realizzati nell'area saranno dotati di sistemi di sfruttamento dell'energia solare quali i collettori solari al fine di contribuire ad alleviare il carico termico gravante sulle altre fonti energetiche.

Tali sistemi di sfruttamento dell'energia solare saranno integrati nelle stesse strutture di copertura ove possibile, compatibilmente con l'ottimizzazione della relativa efficacia.

2.3. L'EDILIZIA RESIDENZIALE DEL QUARTIERE PREVEDE L'IMPIEGO DI SOLUZIONI INNOVATIVE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA, ELEVATO ISOLAMENTO TERMICO ED ACUSTICO, IN MODO DA GARANTIRE ELEVATO COMFORT ABITATIVO

La progettazione edilizia dell'intero parco sarà chiaramente finalizzata a realizzare un intervento che sia di pregio architettonico, funzionale ed energeticamente efficiente. A tale scopo, tutte le soluzioni tecniche di involucro caratterizzate dai vari pacchetti stratigrafici, verranno curati nel dettaglio al fine di rispettare le normative più stringenti in termini di risparmio energetico ed isolamento acustico e chiaramente di eco sostenibilità dell'intervento. Verranno in concreto disposti ed integrati efficacemente tra loro, sistemi di isolamento termico ed acustico prestazionali per raggiungere elevati livelli di comfort abitativo.

I sistemi di isolamento termico riguarderanno le partizioni perimetrali di tutti i fabbricati, sia orizzontali che verticali, sia verso l'esterno che di confine tra le diverse unità immobiliari dello stesso stabile e saranno di volta in volta differenziati in base alle specifiche condizioni al contorno a cui dovranno far fronte per mantenere i suddetti livelli di comfort.

I sistemi di inerzia termica, come i precedenti, verranno progettati ove sia necessario svolgere le tipiche funzioni di accumulo termico ed isolamento acustico al contempo, anche in questo caso sia

verso l'esterno che fra diverse unità immobiliari, sia per quanto concerne il rumore aereo che quello impattivo.

Verranno inoltre appositamente disposti sistemi di guadagno solare diretto ed indiretto di tipo passivo, per massimizzare il comfort ambientale dei fabbricati cercando di limitare il ricorso alle tecnologie impiantistiche.

2.4. REALIZZAZIONE DI COPERTURE ADIBITE A VERDE ESTENSIVO (TETTI VERDI).

Una tecnologia di fondamentale importanza che verrà applicata nei sistemi di copertura di gran parte degli edifici sarà quella comunemente definita come "tetto-giardino", a completamento di tutti i provvedimenti di cui verrà dotato il parco.

La tipologia sarà quella del verde estensivo, caratterizzata da una vegetazione di tipo superficiale avente spessore di circa 10 cm e peso medio del tetto di circa 60 kg/m². La piantumazione sarà scelta fra le specie capaci di vivere col solo apporto idrico proveniente dalle precipitazioni atmosferiche. Tra i vantaggi di tale scelta progettuale vengono indicati, oltre al provato miglioramento della qualità degli ambienti abitativi, l'aumento della durabilità globale dell'intervento, la capacità di accumulare l'acqua piovana nella falda artificiale, particolarmente utile durante la stagione estiva, la minimizzazione del surriscaldamento delle aree limitrofe ed il globale miglioramento della qualità dell'aria. Essendo inoltre una copertura termicamente prestazionale, tale sistema contribuirà al risparmio energetico riducendo il carico termico dei fabbricati e le escursioni termiche diurne ed annuali, potenziando inoltre la protezione dall'inquinamento acustico, garantendo un discreto potere fonoassorbente con frequenze fino ai 600 Hz (a frequenze più elevate, le proprietà di assorbimento sono direttamente proporzionali allo spessore della biomassa).

2.5. REALIZZAZIONE DI SUPERFICI DI INVOLUCRO DEGLI EDIFICI INDUSTRIALI E COMMERCIALI, SEGNALETICA STRADALE DELLA VIABILITA' STRADALE INTERNA AL QUARTIERE E ARREDO URBANO CON ELEVATE PROPRIETA' RIFLETTENTI AL FINE DI COMPENSARE LA QUANTITA' DI ANIDRIDE CARBONICA EMESSA DAGLI UTENTI E CITTADINI.

Come anticipato, particolare cura tecnica verrà dedicata alla progettazione degli involucri edilizi e delle superfici urbane in genere. Tale progettazione di dettaglio è infatti finalizzata a realizzare superfici esposte alla radiazione solare caratterizzate da elevate proprietà di albedo. Tali proprietà, previa opportune valutazioni della quantità di energia riflessa da tali superfici, consentiranno di attenuare gli effetti di surriscaldamento al suolo e, nell'ottica dell'introduzione di tale realizzazione nel mercato delle emissioni di gas serra, consentiranno di ottenere i benefici (energetici ed economici) corrispondenti alle emissioni di CO_{2eq} evitate in atmosfera, così come prevede la Direttiva 2003/87/CE.